PART4 気体分子のエネルギー

目標　気体分子による圧力の正体と，エネルギーについて学びましょう。

Chapter1　気体分子のエネルギー

圧力

　気体分子が容器の壁などに衝突するときの力を通し，気体分子は壁に圧力を及ぼす。その大きさは

（p：圧力[Pa]　N：分子の個数　m：分子１個の質量[kg]　$\overline{v^2}$：分子の速さの２乗の平均値[m/s]　V：体積[m^3]）

重要
ここでは，
気体分子が及ぼす圧力と
平均運動エネルギー
の，２つを学ぶ。

知っておこう
$\overline{v^2}$は，vを２乗した量の平均値。
vの平均値$\overline{v}$の２乗とは異なる。

気体分子1個あたりの平均運動エネルギー

　圧力の式と状態方程式から，平均運動エネルギーは

（$\frac{1}{2}m\overline{v^2}$：分子１個の平均運動エネルギー[J]　R：気体定数[J/(mol・K)]　N_A：アボガドロ定数[1/mol]　T：温度[K]）

重要
アボガドロ定数
　6.02×10^{23}/mol

重要
状態方程式
　$pV = nRT$

知っておこう
ボルツマン定数
　$k = \frac{R}{N_A}$
を用いると，
　$\frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}kT$

2乗平均速度

　圧力の式と状態方程式から，分子の２乗平均速度は

（$\sqrt{\overline{v^2}}$：分子の２乗平均速度[m/s]　R：気体定数[J/(mol・K)]　T：温度[K]　M：1mol あたりの質量[kg/mol]）

まとめ

圧力：

$$p = \frac{Nm\overline{v^2}}{3V}$$

平均運動エネルギー：

$$\frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}\frac{R}{N_{\mathrm{A}}}T$$

Chapter2　演習問題

問 1　気体の圧力は，他の条件を変えずに分子の個数が 1.5 倍になると何倍になるか。

問 2　単原子分子理想気体について，温度が 2 倍になると，平均運動エネルギーは何倍になるか。

問 3　He 原子の 2 乗平均速度は, 温度 5.0 倍の Ne 原子の何倍か。ただし，He の原子量を 4.0，Ne の原子量を 20 とする。

< Note >

第 7 講　PART4　確認問題

問 1　次の文中の空欄にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。

(1)　容器に閉じ込められた気体の圧力は，気体分子の個数に［ア］し，分子の速度の 2 乗の平均値に［イ］する。

① ア 比例　イ 比例
② ア 比例　イ 反比例
③ ア 反比例　イ 比例
④ ア 反比例　イ 反比例

(2)　気体分子の運動エネルギーは絶対温度に［ア］する。また，温度が上がるにつれて気体分子の平均速度は［イ］なる。

① ア 比例　イ 大きく
② ア 比例　イ 小さく
③ ア 反比例　イ 大きく
④ ア 反比例　イ 小さく

問 2　温度が 300K のヘリウムとネオンの気体がある。ヘリウム原子の 2 乗平均速度はネオン原子の 2 乗平均速度の何倍か。最も適当なものを，①～④のうちから一つ選べ。ただし，ヘリウムとネオンの気体は単原子分子理想気体とみなせ，ヘリウムの原子量を 4.0，ネオンの原子量を 20 とする。

① $\dfrac{1}{\sqrt{5}}$倍　② 1 倍
③ $\sqrt{5}$倍　④ 5 倍

< Note >

第７講　熱力学

PART1　理想気体1

問１　6.0Pa

問２　1.0×10^5 Pa

問３　1.4 倍

PART2　理想気体2

問１　3.2 倍

問２　1.5×10^{-2}[m^3]

PART3　1モルとは

問１　1.2×10^{24} 個

問２　6.0g

問３　5.6×10^{-3}[m^3]

PART4　気体分子のエネルギー

問１　1.5 倍

問２　2.0 倍

問３　1.0 倍

PART5　内部エネルギー

問１　2 倍

問２　1.5×10^4J

PART6　気体と仕事

問１　6.0×10^5J

問２　4.0×10^5J

PART7　熱力学第1法則

問1　4.0×10^5J

問2　6.0×10^5J

問3　1.0×10^6J

PART8　モル比熱

問1　2.5×10^3J

問2　4.2×10^3J

PART9　定積変化と定圧変化

問1　B→C

問2　A→B　B→C

問3　A→B　B→C

PART10　等温変化と断熱変化

問1　A→B　B→C

問2　A→B

問3　B→C

PART11　熱サイクルと熱効率

問1　$\dfrac{3}{2}p_0V_0$

問2　$-\dfrac{5}{2}p_0V_0$

問3　$1-\dfrac{5p_0V_0}{3p_0V_0+2Q_0}$

第 7 講　PART4　確認問題　解答

問 1

(1)　①

解説：

体積 V[m^3]の容器に閉じ込められた N 個の気体分子が容器の内壁に及ぼす圧力の大きさ p[Pa]は

$$p=\frac{Nm\overline{v^2}}{3V}$$

で表される。ただし, m[kg]は分子 1 個の質量である。よって，p は N に比例し，$\overline{v^2}$ にも比例する。

(2)　①

解説：

気体分子 1 個あたりの運動エネルギーの平均値は

$$\frac{1}{2}m\overline{v^2}=\frac{3RT}{2N_A}$$

で表される。ただし, R は気体定数, N_A はアボガドロ定数, T は温度である。よって，T に比例する。

気体分子の 2 乗平均速度は

$$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

で表されるので，T が大きくなると，2 乗平均速度も大きくなる。

問 2

③

解説：

気体分子の 2 乗平均速度は

$$\sqrt{\overline{v^2}}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

で表せるので, 分子の質量の平方根に反比例する。よって,

$$\sqrt{\frac{20}{4.0}}=\sqrt{5}\text{ 倍}$$